

# A talajerózió, mint globális probléma és elterjedése a Földön

## A talajerózió helye a talajdegradációs folyamatok között

A talajerózió az egyik legfontosabb talajdegradációs, illetve tájdegradációs folyamat. Ha a talajpusztulást talajdegradációs, „talajromlási” folyamatként értelmezzük, úgy a talaj minőségét, termékenységét helyezük központba. SCHERR S. J. (1999) szerint a mérsékeltövi mezőgazdaság gyakran és széleskörűen hajlamos arra, hogy a talajminőség szerepét minimalizálja. Ez azzal függ össze, hogy a mérsékelt égöv talajai általában termékenyek és viszonylag jól ellenállnak a degradációs folyamatoknak. E talajok relatíve új képződésűek, talajképző kőzetük vagy a negyedkorból származik (pl. lösz és löszszerű üledék), vagy azt a negyedkor folyamatai alakították (eljegesedés, fagyaprózódás, tömegmozgások). Ezzel szemben a trópusi égöv talajai többnyire terméketlen alapkőzeten keletkeztek, illetve évmilliók során képződött málladéktakarón, amelyből az oldható tápanyagok kilúgozódtak és a talajok gyakran el is savanyodtak. Szélsőséges csapadékesemények, aszályok, igen magas hőmérsékleti értékek tovább növelik a degradáció lehetőségét, illetve kockázatát.

A talajdegradáció folyamatait a nemzetközi irodalomban a különböző szerzők gyakran eltérő módon csoportosítják. A következőkben az EEA (Environmental Assessment Report, 2003) osztályozását idézem.

- (1) Talaj betapasztás (soil sealing). A beépítés (utak, épületek stb.) következtében beálló jelenség, nevezetesen, hogy a talaj gyakorlatilag megszűnik működni, nem érintkezik az atmoszférával, nincs rajta vegetáció stb. Így a betapasztott felszínen a víz szűretlenül, megnövekedett sebességgel és mennyiségben folyik le, hogy csak a legtriviálisabb következményekre utaljunk. Kiemelkedő Belgium, Hollandia és Dánia 16–20% közötti beépített (betapasztott) talajfelszínnel. Fokozatos növekedés mellett az EU átlag 2000-ben 8–9% között volt.
- (2) Talajerózió (1. ábra). Európában főként a víz általi talajerózió jelentős, de a szélérozió kártétele is igen fontos.
- (3) Talajszennyeződés. Megkülönböztetünk diffúz és helyi forrásokból származó szennyeződést. Az előbbihez tartozik a légköri kiülepedés, a folyóvízből vagy erodált talajból származó szennyeződés, amelyek acidifikációt (elsavanyosodást), eutrofizációt

és más súlyos károkat okoznak, továbbá a vegyszerek direkt alkalmazása (műtrágyák, peszticidek, szennyvíziszap).

(4) Szikesedés. A talaj felszínéhez közeli sófelhalmozódás Európa jelentős területeit, köztük hazánkat is érinti. A tengerparti, illetve a szárazföld belső területein ható szikesedés, illetve az öntözés következtében bekövetkező másodlagos szikesedés a mediterrán országokat, Magyarországot és a FÁK (Független Államok Közössége) országait érinti elsősorban.

(5) Talajtömörödés. Főleg a talajművelő gépek tömörítő hatásának következménye. Különösen káros és nehezen orvosolható az altalaj tömörödése.



1. ábra Felületi rétegerózió és vonalas erózió, továbbá szélérózió által alakított felszín (Fuerteventura)

Az első alapos, a világ egészére vonatkozó talajdegradációs felmérés a GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation, OLDEMAN L. R. et al. 1991), amely egységes szempontok szerint becsülte meg Földünk degradált területeit (1. táblázat). A felmérés a fent említett képest egyszerűsített, összevont és az alábbiakra terjed ki:

- a talajdegradáció különböző formáinak, úgy mint:
  - a víz általi talajerózióknak,
  - szél általi talajerózióknak,
  - kémiai talajdegradációknak,
  - fizikai talajdegradációknak elterjedése,

- a degradáció mértéke (gyenge, mérsékelt, erős, extrém),
- a degradáció okai (erdőirtás, túllegeltetés, helytelen gazdálkodás, túlhasználat, környezetszennyezés).

1. táblázat A kémiai és fizikai talajdegradáció által sújtott területek kontinensenként (OLDEMAN, L.R. et al. 1991)

Földrész	Kémiai degradáció sújtotta terület				Fizikai degradáció sújtotta terület			Összes degradált terület	Összes degradált terület az összterület %-ában
	tápanyag veszteség	szikesedés	szennyező-dés	savanyúság	tömörödés és kérgesedés	víz borította terület	szerves anyag veszteség		
	(millió hektár)								
Afrika	45	15	+	1	18	1	–	81	4,8
Ázsia	15	53	2	4	10	+	2	86	3,0
Dél-Amerika	68	2	–	–	4	4	–	78	5,1
Közép-Amerika	4	2	+	–	+	5	–	12	6,0
Észak-Amerika	–	+	+	+	1	–	–	1	+
Európa	3	4	19	+	33	1	2	62	7,7
Ausztrália	+	1	–	–	2	–	–	3	
Világ	136	77	21	6	68	11	4	323	3,7

A „+” jel azt jelenti, hogy „elhanyagolható”, a „–” jel a vonatkozó adatok hiányára utal.

OLDEMAN, L. R. et al. (1991) adatai szerint a szárazföld területének 3,7%-át sújtja fizikai és kémiai degradáció, 12%-át pedig víz- és szél általi talajerózió (1. és 2. táblázat). Különösen magas a fizikai és kémiai degradáció aránya Európában és Közép-Amerikában, sőt a talajerózió sújtotta területek is itt a legnagyobb részarányúak. Mindez arra hívja fel a figyelmet, hogy Európában a talajdegradáció – a közhiedelemmel ellentétben – igen nagy probléma. A degradáció következtében – a földhasználat változásához kapcsolódóan – a talaj minősége is változik (PODMANICZKY L. et al. 2011). Ugyanakkor természetesen az is igaz, hogy a degradáció sújtotta területek túlnyomó része a harmadik világban található.

Végül vizsgáljuk meg röviden a talajdegradáció okait. A 2. táblázat szerint egyetlen, az elemzésben szereplő oknak sem tulajdoníthatunk vezető szerepet. Az erdőirtás, a túllegeltetés (2. ábra) és a helytelen gazdálkodás körülbelül egyenlő fontosságúak. Feltűnő az is, hogy a túlhasználat szerepe viszonylag kicsiny és csak Afrikában haladja meg a 10%-ot.



2. ábra Túllegeltetés hatására meginduló lineáris erózió (Sárkány-hegység előtere, Dél-Afrika)

2. táblázat A talajdegradáció kiváltó okai (OLDEMAN L.R. et al. 1991)

Földrész	Degradált terület (millió km <sup>2</sup> )	A talajdegradáció okai a degradált terület %-ában				
		Erdőirtás	Túl-legeltetés	Helytelen használat	Túlhasználat	Környezet-szennyezés
Európa	2,19	38	23	29	–	10
Ázsia	7,48	40	26	27	6	–
Afrika	4,94	14	49	24	13	–
Ausztrália	1,03	11	81	8	–	–
Észak- és Közép-Amerika	1,58	11	24	58	7	–
Dél-Amerika	2,43	41	28	26	5	–
Földterület az É.Sz. 72° és D.Sz. 57° között	19,65	29	35	28	7	1

### A talajerózió által okozott kár Földünkön

A talajerózió a Föld egész szárazföldi területén óriási környezeti probléma, természetesen nagy térbeli – földrajzi – és időbeli változatossággal. A talajpusztulás végigkísérte a mezőgazdálkodás történetét, jelen volt már a gazdálkodás kezdetekor is. Amint tudjuk, ez a kezdeti időszak kb. 11 000 évvel ezelőtre tehető, földrajzilag pedig a „termékeny félhold”, Mezopotámia volt az a terület, ahol a mezőgazdaság feltételezhetően elkezdődött. A 3. ábra

egy hazai példán mutatjuk be az areális és a lineáris erózió együttes előfordulását mezőgazdasági területen.



3. ábra Barázdás és barázdaközi erózió (Magyarország, Somogybabad)

A talajpusztulás mértéke időben fokozatosan nőtt, a közelmúltban exponenciálisan. PIMENTEL D. et al. (1995) szerint az elmúlt fél évszázad alatt a Föld szántóterületének csaknem egyharmada veszett el az erózió következtében és ez a folyamat rohamos ütemben folytatódik, évente több mint 10 millió hektár esik áldozatul az erózióknak. Világszerte 12 millió hektár szántóterületen károsodik, semmisül meg a talaj olyan mértékben, hogy felhagynak a műveléssel. Évente 75 milliárd tonna talaj pusztul le a víz- és szélerózió következtében, elsősorban természetesen a mezőgazdasági területekről. Az ember által kiváltott – antropogén – erózió mértéke nagyságrendekkel múlja felül a természetes erózióét.

Bár a talajerózió által okozott anyagi kár felbecsülhetetlen, vannak az irodalomban becslési adatok, amelyek a talajpusztulás okozta kárról tájékoztatnak. Tudjuk, hogy a szervezett talajvédelem az USA-ban kezdődött az 1920-as évek végén, gazdasági világválság idején. Ekkor olyan hatalmas homok – talaj – viharok voltak az Államokban, hogy az eget is elsőtétítették, tenni kellett tehát valamit. Másfelől a válság miatt nagy volt a munkanélküliség, így a megszervezendő Talajvédelmi Szolgálat óriási foglalkoztatási lehetőségeket kínált fel. Mindezt azért kellett elmondanunk, hogy az USA csaknem egy évszázad óta meglévő vezető



szerepére rámutassunk. Nem meglepő tehát, hogy az erózió okozta kár mértékéről is főként az Államokból rendelkezünk becslési adatokkal. A válság után megjelent adat szerint (BENNETT H. H. 1933) a talajerózió okozta kár az USA-ban nem kevesebb, mint évi 400 millió dollár. A talajpusztulás következtében keletkezett kár 30 milliárd (URI N. D. – LEWIS J. A. 1998) és 44 milliárd dollár (PIMENTAL D. et al. 1993) közötti összegbe kerül évente az amerikai kormánynak. Az irodalomban igen sokat olvashatunk arról, hogy az USDA (United States Department of Agriculture) minden bizonnyal alulbecsüli az erózió okozta kár mértékét. LANG S. S. (2006) a kárt, pontosabban a talajerózió gazdasági impaktját 37,6 milliárd dollárban, a Föld egészén okozott gazdasági kárt pedig 400 milliárd dollárban határozza meg.

Vannak olyan becslések is, amelyek az egyes gazdáknak, illetve az egész társadalomnak okozott kárra vonatkoznak. TEGTMEIER E. és DUFFY M. (2004) a mezőgazdasági termelés elsősorban az erózióból adódó externáliák hektáronkénti költségeit 2002-ben 14.09 és 45.68 dollár között becsülték.

Vannak a Föld más területeiről is adataink, így például az Egyesült Királyságban az éves kár összege 90 millió dollár körül alakul évente (ENVIRONMENTAL AGENCY, 2002). Indonéziában, azon belül Jáván (MAGRATH W. – ARENS P. 1989) 400 millió dollár körüli kiadást jelent évente a talajerózió. Ezek a költségek az erózió közvetlen és közvetett hatásainak együttes következményei.

A talajerózió költségvonzatairól egyébként elmondhatjuk, hogy a közvetlen költségek elsősorban a gazdákra hárulnak, bár az is igaz, hogy a termelők a többletköltségeket magasabb élelmiszerárak formájában az esetek többségében a közösségre, a vásárlókra hárítják, ha csökkennek a terméshozamok, vagy ha területeket vonnak ki a termelésből. A közvetett költségek csupán kis mértékben érintik a gazdákat. Ezek leginkább a helyi önkormányzatoknál jelentkeznek, ugyanis ők felelősek az utak tisztításáért és karbantartásáért, illetve a biztosító társaságoknál és a helyi területtulajdonosoknál, akik szintén kiveszik a részüket az erózió és az áradás által okozott károk helyreállításában. A közvetett költségek jelentős mértékűek lehetnek. Például 1987 októberében az angliai South Downs térségében négy vízgyűjtő területen vizsgálták a lefolyás által okozott eróziós károk költségeit a szántóföldeken: egyetlen hónap alatt 660 000 fontnyi kár keletkezett az erózió nyomán (ROBINSON D. A. –BLACKMAN J. D. 1990). VERSTRAETEN G. és POESEN J. (1999) arról tudósítanak, hogy Belgium középső területén, 5516 km<sup>2</sup>-es területen évente 38 millió euróba kerül az erózió elleni védekezés, melynek során a szántóterületekről érkező hordalékot a felszíni lefolyást megfékező és ülepítő medencékben fogják fel. Évente további 1,5 millió eurót kell e berendezések fenntartására fordítani.

## A népességnövekedés és az élelmiszerellátás összefüggései Földünkön

A Föld népessége óriási ütemben nő, napjainkban csaknem 7 milliárd ember él a Földön. A népességnövekedés közismerten lényegesen nagyobb a harmadik világ országaiban (2020-ra a becsült népesség 84 %-a fog itt élni). A növekvő népesség fokozott élelmiszerigénnyel lép fel, ezért az élelmiszerellátás jelentősége a jövőben óriási lesz. Földrajzi szempontból az alapkérdés: honnan származik majd a jövőben a megnövekedett igényt kielégítő élelmiszertermelés? Főként a már napjainkban is használt mezőgazdasági területekről. Az az a használt talajok minőségét legalábbis meg kell őrizni és ezért a talajvédelem és a tájvédelem-környezetvédelem jelentősége a jövőben is fontos kérdés.

A népességnövekedés és az élelmiszerellátás összefüggése klasszikus probléma. MALTHUS és RICARDO elméletei közismertek. Ezek az elméletek túlhangsúlyozzák a népességnövekedés szerepét és nem vesznek tudomást a technológiai változásokról. Amennyiben ugyanis a technológiai változásokat a korszerű, komplex és dinamikus társadalmi-gazdasági környezet részeként tekintjük, úgy kisebbnek tűnik a veszély az élelmiszerellátással kapcsolatban. A tájvédelem, környezetvédelem fejlődése is ehhez a folyamatos technológiai változáshoz tartozik. A Föld 14,9 milliárd hektárnyi területének mindössze a 22 %-a (4 milliárd ha) alkalmas élelmiszertermelésre (EL-SWAIFY S. A. 1994). Ezek a területek termelik meg a világ élelmiszerszükségletének 97 %-át (a maradék 3 %-ot az óceánok, tengerek, folyók és tavak szolgáltatják). A világ népességnövekedésének kihívásainak megfelelően a mezőgazdasági művelés egyre intenzívebbé válik és további (marginális) területeket vonnak be a termelésbe. Az élelmiszertermelésre alkalmas földterületnek ma ugyanis alig több mint a felét művelik. Mindezek jelentős mértékben megnövelhetik az eróziót, ami viszont komoly veszélyt jelenthet a Föld élelmiszerbiztonságára.

Az északi félgömb kedvezőbb éghajlati és talajadottságokkal rendelkezik, mint a déli. A népesség növekedésének rendkívül gyors üteme miatt a művelhető területek tartalékai nagyon gyorsan csökkennek.

A Világbank adatai szerint 2050-ig további 3 milliárd hektárt kell a mezőgazdasági termelésbe bevonni, hogy a növekvő népesség igényeit kielégítsük. Azok a területek, amelyek a mezőgazdasági termelésbe még bevonhatók, főként a trópusokon találhatók. Miután a viszonylag jobb adottságú területeket már használják, a még bevonható területek általában sekély termőrétegű, lejtős területek, amelyeket ma még erdő borít. Ezeknek a területeknek

mezőgazdasági területekké való átalakítása automatikusan igen jelentős mértékű táj- és talajdegradációs problémákhoz fog vezetni.

A fentiek összegzéseként tehát elmondhatjuk, hogy az exponenciálisan növekvő népesség rohamosan fokozódó élelmiszerigényét két úton fogjuk tudni – megkísérelni – kielégíteni: egyrészt a jó és közepes adottságú térségek talajainak kizsárolásával, a művelés és a termelés intenzívebbé válásával, másrészt az eddig még nem használt – tehát többségében kedvezőtlen adottságú területeknek a termelésbe való bevonásával. A globális helyzet elemzése azt mutatja, hogy a talajerózió jelenlegi mértéke még nem jelent veszélyt a világ élelmiszerellátására. A szántóföldek nagy részének termőképessége elegendő arra, hogy termelést folytassanak rajta, sőt fejlettebb mezőgazdasági eljárások alkalmazásával az erózió negatív hatásait is ellensúlyozni tudják, miközben egységnyi területen több élelmiszert tudnak előállítani. Nigériai és kenyai tanulmányok (BRIDGES E. M. – OLDEMAN L. R. 2001) bizonyítják, hogy még fejlődő országok nagyobb népsűrűségű területein is el lehet érni nagyobb termelékenységet és egyúttal jobb hatásfokú talajvédelmet. A pozitív példák ellenére azonban a világnak számos olyan tája van, ahol a talajerózió komoly problémát jelent. Ráadásul, a talajerózió nemcsak önmagában jelent problémát, de számos más környezeti hatással összefüggésben is előkerül. Ilyen a vízminőség, az áradások vagy szénkibocsátás. Ezeket az összefüggéseket a globális szintű elemzések általában figyelmen kívül hagyják. Annyi bizonyos, hogy mindenképp szükség van hathatós talajvédelemre, de ezt a helyi viszonyok és a környező területre gyakorolt potenciális hatások figyelembevételével kell megvalósítani.

### **Összefüggések az erózió, a szegénység és az éhínség között**

Általános elképzelés szerint a vidék szegényebb néprétegei a túlélés érdekében felélik a természeti erőforrásokat és ezáltal a szegénység a talajerózió egyik fő kiváltója. Az sem hagyható figyelmen kívül, hogy a szegény lakosság tudatában meg sem jelenik az erózió, mint probléma, tehát az ellene való védekezés sem jöhet szóba. A Dél-afrikai Köztársaság bádög városaiban például a kunyhók közötti talpalatnyi földet is beültetik. A népességnövekedés arra kényszeríti a vidék lakosságát, hogy még az erózióra nagyon érzékeny hegyoldalakat is igénybe vegye mezőgazdasági művelés céljából, ez pedig az erdők gyors ütemű eltűnésével és a shifting cultivation (váltógazdálkodás) elterjedésével jár. Mivel a trópusi fennsíkok taljai sekély termőrétegűek és laza, sérülékeny szerkezetűek, így könnyen erodálódnak. Ennek hatására a termékenység csökken, de ez csak akkor válik szembetűnővé, amikor a feltalaj

elfogy és az altalaj kerül a felszínre (LAL R. 1990). BOSERUP E. (1981) állítása szerint a népességnövekedés nem feltétlenül jár talajpusztulással.

BOSERUP E. (1981) szerint a népességnövekedés hozzájárul a fejlettebb technológiai megoldások alkalmazásához, az intenzív mezőgazdasági művelési módok megjelenéséhez, amely nemcsak a termelékenység növekedéséhez vezet, de a környezet minőségét is javítja. BOSERUP E. (1981) számos olyan technológiai újítást, beruházási lehetőséget említ, amelyek segítségével a gazdák intenzívebb művelést folytathatnak földjeiken és ezáltal gyors választ adhatnak a népességnövekedés okozta kihívásokra. Elsőként említhető az a szemlélet, amelyre sokszor „tőke által irányított” hatékonyságnövelésként utalnak. A tőke által irányított szemlélet az anyagi javak nagymértékű felhasználását jelenti, amely magába foglalja a nem munkához kötődő ráfordításokat, ilyenek a talajvédő megoldások, úgy mint a teraszok, füves mezsgyék létesítése, évelők ültetése (kávé, banán) és a műtrágyahasználat. Ez a fajta szemlélet a következő események sorát írja le: a népességnövekedés miatt a rendelkezésre álló munkaerő nagyságához képest földhiány lép fel, ami a mezőgazdasági termelés intenzifikálásához vezet. A relatív árak megváltoznak, mivel a megnövekedett igény az élelmiszerárak növekedését okozza. A bérek csökkennek a nagyobb számú rendelkezésre álló potenciális munkaerő miatt, a földárak viszont megnövekednek. Új intézmények, mint amilyen a tulajdonjog, megjelenése növeli a hatékonyságot és nagyobb mértékűek lesznek a befektetések, amelyek végső soron javítják a talajnak mint erőforrásnak a minőségét.

A gyakorlatban is találkozhatunk a tőke vezérelte szemléletmóddal. BARBIER B. (1998) említ egy nyugat-afrikai példát, ahol a népességnövekedés valóban intenzifikációhoz vezetett és előtérbe helyezte a talajvédelem kérdését és az ezzel kapcsolatos beruházásokat. Az előbb említettek és a növekvő piaci lehetőségek együttesen hozzájárulnak a termelékenység növeléséhez. A tőke szerepe az említett irodalmi idézet nélkül is magától értetődő és amennyiben a tőke rendelkezésre áll, úgy ez a leginkább járható út az olyan sérülékeny és erőforrásban szegény területeken, mint Afrika, mert ez a mód a talajminőség javulásához és a termelékenység növekedéséhez vezet. Érdekes megemlíteni, hogy például a Száhel-övezet szudáni-guineai klíma övezetében, ahol a csapadék éves mennyisége meghaladja a 800 mm-t és a talaj jó minőségű, különösen azokon a területeken, ahol gyapotot és gabonaféléket termesztene, a termelés intenzívebbé vált. Ezekben a helyeken a műtrágya és növényvédő szer használat, valamint az árgarancia váltotta ki a mezőgazdaság intenzívebbé válását. (GORSE J. – STEEDS T. 1987).

A tőke szerepét hangsúlyozó személet mellett létezik egy másik szemlélet is, amely a munkaerő szerepét hangsúlyozza. Ez utóbbi természetszerűleg különbözik a tőke vezérelte

szemlélettől, hiszen az utóbbi esetben a termelés növekedését a nagyobb hozzáadott élömunka okozza. A munkaerő szerepét hangsúlyozó mód önmagában nem fenntartható, mert a talaj termékenységének fenntartásához vagy növeléséhez tökebefektetésre van szükség. Például Kelet-Afrika azon területein, ahol mostoha körülmények uralkodnak, meredek lejtők és intenzív esőzések jellemzők, a talajvédelmi beruházások igen fontosak. LELE U. – STONE S. W. (1989) meghatározták azokat az agroklimatikus tényezőket, illetve intézkedéseket, amelyek egyik vagy másik említett szemlélet esetében jellemzőek. Véleményük szerint, a munka vezérelte szemlélet is elősegítheti a termelékenység növekedését, főleg a szub-szaharai Afrikában. Példaként erre említjük a Száhel szudáni klíma övezetét, ahol a csapadék éves mennyisége nem haladja meg a 800 mm-t, a népsűrűség nagy, rövid ideig ugaroltatják a földet és a talajpusztulás jelentős (SOUTHGATE D. et al. 1990).

Természetesen számos olyan ország van a harmadik világban, Ázsiában, Afrikában és Latin-Amerikában, ahol a fent leírt Boserup-féle eseményláncolat nem figyelhető meg (KATES R. – HAARMANN V. 1992). Ázsiában és Latin-Amerikában a gyors népességnövekedés komoly talajerózióhoz vezetett azokon a területeken, ahol a társadalmi-gazdasági körülmények nem tették lehetővé talajvédő eljárások alkalmazását. Mindez nem meglepő, mint ahogy az sem, hogy tökebefektetés nélkül nem érhető el eredmény az erózió megfékezésének kérdésében.

A harmadik világ egyik legnagyobb problémája, hogy az egy főre eső földterület rendkívül alacsony és fokozatosan tovább csökken. Érdekes megemlíteni, hogy az egy főre eső szántóterület a legjobban Afrikában, Ázsiában és Európában csökken, ennek oka mindhárom területen az erózió, Afrikában és Ázsiában azonban a népesség ugrásszerű növekedésének van elsődleges szerepe. A [www.nationmaster.com](http://www.nationmaster.com) szerint az egy főre eső mezőgazdasági terület súlyozott átlaga a Földön 1,4 ha, Európában, az EU-ban egy nagyságrenddel kevesebb: 0,39 ha. A szántóterület vonatkozásában a világ átlag értéke valamivel kisebb: 0,22 ha. A [www.worldhunger.org](http://www.worldhunger.org) szerint az éhezők emberek száma a világon 925 millió, a csaknem 7 milliárdnyi világ népesség 13,1 %-a (2010), ebből mindössze 2%-ot tesz ki a fejlett világ, így magától értetődően az óriási probléma a harmadik világban van. Az éhezők száma 1995 óta ugrásszerűen nőtt. Ennek fő oka az idézett forrás szerint a világméretű gazdasági válság, a kormányok és a nemzetközi szervezetek nem kellő odafigyelése és cselekvése, továbbá az élelmiszerárak rohamos növekedése. Természetesen az éhezés más, hosszútávon ható és általánosabb jellegű okokra is visszavezethető. Ilyen ok a már említett népesség ugrásszerű növekedésével együtt járó egy főre eső földterület

csökkenés és a talaj degradációs folyamatok, ezek közül is kiemelkedő jelentőségű a talajerózió.

Nagy problémát jelent az extenzív gazdálkodás is, amely azokon a területeken jellemző, ahol az erőforrások bőven rendelkezésre állnak. A növekvő népesség egyre nagyobb területeket von művelés alá. Itt természetesen sem igény, sem lehetőség nincs technológiai újításokra, így az erőforrások bizonyos mértékű kimerítése, legalábbis rövidtávon, elkerülhetetlen.

Az erózió világméretű romboló szerepéhez közismerten más negatív, onsite és offsite hatások is társulnak. A növényvédő szerek, műtrágyák, a helytelen művelés és öntözés környezeti és egészségügyi problémákhoz is vezetnek, pusztítják az élőhelyeket, hozzájárulnak a túlzott energiafogyasztáshoz. Külön kiemeljük az erdőirtásnak a talajerózió fokozódására való hatását, amely komplex jelenség, hiszen a kiírtott erdőterületen folytatott szántóföldi termelés is abbamaradhat, ha az erózió elvitte már a területről a talajt. A körfolyamat úgy folytatódik, hogy a felhagyott, terméktelenné vált terület helyett új területre van szükség, amelyet ismét erdőirtás árán lehet nyerni.

#### A talajerózió globális kiterjedése és mértéke

A talajerózióval kapcsolatos jövőbeli aggodalmak és félelmek a következők. A Föld mezőgazdasági területein méri a legmagasabb talajveszteség értékeket, ugyanakkor a talaj termőképessége évi átlagban 15–30%-kal csökken, az erózió következtében leromlott, alacsony termőképességű talajok helyreállítása viszont nagyon nehéz feladat (MORGAN R. P. C. 2005). PIMENTAL D. et al. (1993) szerint éves szinten 6 millió hektárnyi földterület megy veszendőbe a talajerózióra és más okokra visszavezethetően.

Nehéz megbecsülni, hogy a sok, már eddig is idézett és még a továbbiakban idézendő adat közül melyek azok, amelyek a valósághoz a legközelebb állnak. A talajeróziós adatok többsége közismerten egy-egy kisebb területre, parcellára, lejtőre, vízgyűjtőre vonatkozik és gyakran ezekből az adatokból extrapolálunk nagyobb térségekre. A mérési periódusok általában igen rövidek. PIMENTAL D. et al. (1995) szerint az európai talajveszteség éves értéke 17 t ha<sup>-1</sup>, azonban LOMBORG B. (2011) ezt azzal cáfolja, hogy az adatokat, amelyeket az érték kiszámításához felhasználtak, 0,1 hektár egységnyi területhez rendelt lokális (belgiumi) mérési adatok extrapolálásával nyerték. Másrészt az erózió és a termelékenység összefüggéseit vizsgáló tanulmányok általában az alacsony ráfordítású művelési rendszereket veszik górcső alá, így figyelmen kívül hagyják az intenzívebb művelési módszerek (a



növényvédő szerek és a műtrágyák nagyobb arányú alkalmazása, intenzívebb öntözés) hatásait. Nyugat-Európa nagy részén és az Egyesült Államokban a termelékenység évi 1–2 %-os növekedése ellensúlyozza az erózió negatív következményeit, amely (helyi szinten) 0,1–0,5 % között alakul (CROSSON P. 1995). Ezeken a területeken a mezőgazdaság képes volt növekvő számú népességet eltartani annak ellenére, hogy a mezőgazdaságban közvetlenül foglalkoztatottak száma 10 % alá esett.

Annak érdekében, hogy a globális helyzetet jobban megérthessük, sokkal több információra van szükségünk a Föld természeti erőforrásainak állapotáról és arról, hogy az erózió milyen ütemben pusztítja a termőtalajt. A talajpusztulás mértékét nehéz pontosan megbecsülni. A már idézett GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation, OLDEMAN L. R. 1994) országonként, mintegy 200 szakértő bevonásával vizsgálta a Földön a talajerózió elterjedését. Becslésük szerint 1,6 milliárd hektár területet érint és ennek 82 %-a antropogén eredetű, de mindössze 0,5 %-án váltak visszafordíthatatlanná a folyamatok. Hangsúlyozni kell azonban, hogy ezek az adatok korántsem biztos, hogy pontosak, inkább csak közelítő értékűek, mert az egyes országokban eltérések lehetnek a talajerózió mértékének értelmezésében, de erre vonatkozó ellenőrzések nem történtek. A talajerózió mértékének interpretációja gyakran nem egy állandóhoz igazodva történtek, hanem a helyi körülményekhez viszonyítva. Mindazonáltal, a GLASOD az egyetlen olyan kutatás eddig, amely globális skálán vizsgálja az talajerózió mértékét.

A degradáció folyamatai között valamennyi kontinensen a talajerózió, azon belül is a víz általi talajerózió áll az első helyen. A közepesen és erősen erodált területek Afrikában 267 millió hektárt (az összterület 9%-át), Ázsiában 317 millió hektárt (az összterület 7,4%-át) tesznek ki. Közép-Amerikában az 50 millió hektár az összterület 16%-a, vagyis relatíve itt a legnagyobb.

A szélerózió szerepe Afrikában, Észak-Amerikában és Ázsiában jelentős. A közepesen és erősen erodált széleróziós területek a teljes terület 1,6–4,1%-át érintik: Európában (39 millió ha, az összterület 4,1%-a), Észak-Amerikában (32 millió ha, az összterület 1,7%-a) és Közép-Amerikában (5 millió ha, 1,6%), Afrikában (98 millió ha, 3,3%) és Ázsiában (90 millió ha, 2,1%). A szélerózió hatása Európában is jelentős (4–5. ábra).



4. ábra Kísérleti terület homokdűnén, a Balti-tenger partján (Nemirseta, Litvánia) (Kertész Á.)



5. ábra Futóhomok terület a Kiskunságban (Kertész Á.)

Amint arra már a bevezetésben is utaltunk, a talajerózió felgyorsulása a mezőgazdaság megjelenéséhez köthető. Az UNEP (1986) becslése szerint a Kr. u. 1000-tól kezdődően 2 milliárd hektár egykor termékeny talaj lepusztult és ez a talaj már nem képződik újra, tehát a folyamat visszafordíthatatlannak, irreverzibilisnek tekinthető. ROZANOV B.G. et al. (1990)



szerint az elmúlt 10 000 évben több talaj pusztult le irreverzibilis módon, mint a jelenleg művelés alatt álló területeket borító talaj össz mennyisége (1,5 milliárd ha). Azt azonban fontos megemlíteni, hogy a talajerózió kiterjedésére és mértékére vonatkozó statisztikák meglehetősen különbözőek, szubjektívek, hozzávetőlegesek. A talajerózió becslésére leggyakrabban alkalmazott adatok (OLDEMAN L. R. 1994) az 3. és 4. táblázatban láthatók. Az idézett mű szerint a Földön a talajerózió 1,6 milliárd hektár területet érint és ennek 82 %-a antropogén eredetű, de mindössze 0,5 %-án váltak visszafordíthatatlanná a folyamatok. Ismét hangsúlyozni szeretnénk, hogy ezek az adatok korántsem biztos, hogy pontosak, inkább csak közelítő értékűek, mert az egyes országokban eltérések lehetnek a talajerózió mértékének értelmezésében, de erre vonatkozó ellenőrzések nem történtek.

3. táblázat A talajerózió által sújtott területek ( $10^6$  ha) a Földön, kontinensenként (OLDEMAN L.R. et al. 1991)

Terület	Víz által erodált terület				Szél által erodált terület				Összes erodált terület	Összes erősen erodált terület	Összes erősen erodált az összterület %-ában
	Enyhén	Közepesen	Erősen	Összesen	Enyhén	Közepesen	Erősen	Összesen			
Afrika	58	67	102	227	88	89	9	186	413	267	16
Ázsia	124	242	73	441	132	75	15	222	663	405	15
Dél-Amerika	46	65	12	123	26	16		42	165	93	6
Közép-Amerika	1	22	23	46	246	4	1	251	51	50	25
Észak-Amerika	14	46		60	3	31	1	35	95	78	7
Európa	21	81	12	114	3	38	1	42	156	132	17
Óceánia	79	3	222	83	16		27	46	99	3	3
Világ	343	526	223	1094	269	254	26	548	1642	1029	12

4. táblázat A víz- és szélerózió globális mértéke az erózió által komolyan érintett területeken (OLDEMAN L.R. (1994) és SCHERR S.J. (1999) alapján)

Terület	Erózió által komolyan érintett területek (közepes és annál erősebb erózió, millió ha)			Összesen a terület százalékában
	Víz erózió	Szél erózió	Összesen	
Afrika	169	98	267	16
Ázsia	317	90	407	15
Dél-Amerika	77	16	93	6
Közép-Amerika	45	5	50	25
Észak-Amerika	46	32	78	7
Európa	93	39	132	17
Óceánia	4	16	20	3
Világ	751	296	1047	12

A talajpusztulás és az éghajlat közötti kapcsolatot globális vonatkozásban elemezve megállapíthatjuk, hogy ahol az éves csapadék összege 450 mm alatt alakul, ott a csapadékmennyiség emelkedése az erózió növekedésével jár (WALLING D.E. – KLEO A.H.A. 1979). Ahol az éves csapadékmennyiség 450 és 650 mm között van, ott a talajpusztulás mértéke csökken a csapadék mennyiségének növekedésével, hiszen a jobb csapadék ellátottság dúsabb növényborítást eredményez, ami hatékonyabb talajfelszín védelmet jelent. A csapadék mennyiségének további növekedése a növényborítás védő hatásával szemben az eróziót erősíti. Ha még több csapadék esik, a még dúsabb növényzet kialakulása miatt ismét a növényzetvédő szerepe kerül előtérbe. 1700 mm felett azonban olyan mennyiségű és intenzitású csapadék éri a felszínt, hogy a növényzet védő hatása semmiképp sem múlja felül az erózió mértékét, így az erózió mértéke ebben a tartományban egyenes arányban változik a csapadék mennyiségével. A 450 mm-nél kevesebb évi csapadékkal rendelkező területek vonatkozásában meg kell említenünk, hogy a szemi-arid térségekben jellemzőek az időnként előforduló nagyon nagy intenzitású csapadékok, amelyek óriási pusztítást végeznek a térségben (6. ábra).



6. ábra Fedetlen, eróziós árkokkal erősen felszabdalt szemi-arid terület (DK-Spanyolország)

Az erózió és a csapadékmennyiséggel kapcsolatban az imént említett általános összefüggés természetesen az eróziót befolyásoló egyéb tényezők: a talaj, a lejtés, a felszínborítás stb. függvényében módosulhat. E tényezők a csapadék mennyiségétől függetlenül is okoznak jelentős eltéréseket az erózió mértékében. A legnagyobb mértékű erózióval mindig a szemi-arid, szemi-humid és a trópusi monszun területeken találkozhatunk. Ez alól a nedves trópusi



területek jelentenek kivételt. Nyugat-Afrikában 0,3–4 fokos lejtőkön végeztek méréseket a talajpusztulás mértékének megállapítására (ROOSE E. J. 1971). A nyílt füves szavannák, a sűrű, cserjés szavannák és trópusi esőerdők területein, természetes növényborítás körülményei között 0,15, 0,20 illetve 0,03 t ha<sup>-1</sup> értékeket mértek. A természetes növényzet mezőgazdasági célból történt kiirtását követően a fenti értékek 8, 26 és 90 t ha<sup>-1</sup>-ra növekedtek. Ha ezt követően a talaj parlagon maradt, még magasabb értékek adódtak: 20, 30 és 170 t ha<sup>-1</sup>. Az értékek azt mutatják, hogy a trópusi esőerdők kiirtása sokkal erőteljesebb erózióhoz vezet, mint a természetes szavannák eltűnése. A mérések rámutatnak, hogy az esőerdők igen nagyfokú védelmet jelentenek, de azt is visszatükrözik, hogy a nedves trópusokon a nagy mennyiségű és intenzív csapadék növényzet híján nagy pusztítást végezhet. Az elmúlt 20 év komoly erdőirtásai a trópusokon komoly aggodalmakra adnak okot, többek között, a jelen és jövőbeli eróziós problémákra vonatkozólag.

Az erózió különböző mértékű romboló hatását mutatják be a 7–11. ábra. Brazíliai eróziós árkot látunk a 7–8. sz. ábra, rehabilitáció előtt és után. Az erózió elleni védelemre épített létesítmények is áldozatul eshetnek (9. ábra). Az árkos erózió az egész világon óriási pusztítást végez (10–12. ábra) és hazánk laza üledékekkel fedett területein is jelentős kárt okoz (11. ábra).



7. ábra A Sacavém gully Brazília északi részén, a rehabilitáció előtt. Az árok terjeszkedése potenciális veszélyt jelentett az ELETRONORTE erőmű tornyának (LAGESOLOS, 2008)



8. ábra A Sacavém gully lejtői pálmalevélből készített geotextiliákkal borítva a rehabilitáció után (LAGESOLOS, 2008)



9. ábra A lineáris erózió áttörte a parcellát határoló kőfalat (Lanzatore)





10. ábra Árkos erózió a Sárkány-hegységben (Dél-Afrika)



11. ábra Árkos erózió beerdősített, korábban szántóföldként használt vízgyűjtőn (Somogybabad)



12. ábra Badland (Alliwal North, Dél-Afrika)

Több kísérletet is tettek már az erózió globális léptékű térképen történő ábrázolására. Mivel a folyók által az óceánokba szállított hordaléknak kb. 70 %-a lebegtetett formában van, az említett térképek nagyrészt a lebegtetett hordalékmennyiség mérésén alapulnak. Az adathiányos területeken extrapolálást végeznek a meglévő, mért adatok alapján, hogy az egész területet lefedjék adatokkal. Az így kapott eredmények többnyire nem megbízhatóak a nem megfelelő extrapolálási eljárások, a különböző mintavételi módszerek és adatfeldolgozások alkalmazása miatt. Az sem elhanyagolható, hogy a szuszpendált hordalék mennyisége nagyban függ a folyók vízgyűjtő területének méretétől, hiszen minél hosszabb a folyó, minél nagyobb távolságon szállítódik a hordalék, annál nagyobb esély van a kiülepedésre.

Az újabb számítások (LVOVICH M. I. et al. 1991; DEDKOV A. P. – MOZZHERIN V. I. 1996) megerősítették WALLING D.E. és WEBB B.W. adatait (5. táblázat), hangsúlyozva, hogy a szemi-arid és szemi-humid területek, amelyek főleg Kínában, Indiában, az USA nyugati részén, Közép-Ázsiában és a Mediterráneum területén helyezkednek el, az erózióra leginkább érzékenyebbek a Földön. Ezekre a területekre a talajerózió mellé társul még a természetes vízkészletek megőrzésének problémája, valamint a környezet ökológiai érzékenysége, ugyanis ha a természetes vegetációval borított terület helyére szántóföld vagy legelő kerül, gyors mértékben lecsökken a talaj szerves anyag tartalma, amit a talaj kimerülése követ, végső fázisban pedig az elsivatagosodás. A szemi-arid és szemi-humid területeken kívül a magashegységekben is lehet találkozni magas eróziós értékekkel, pl. az Andok, a Himalája és a Karakorum területén, a Sziklás-hegység egyes részein, az afrikai Great Rift Valley-ban. Ugyanígy a vulkanikus talajokkal borított területek is hajlamosabbak a nagyobb mértékű



erózióra. Ilyen területek a Földön: Jáva, Új-Zéland Déli szigete, Pápua Új-Guinea és Közép-Amerika egyes részei.

5. táblázat A lebegtetett hordalékhozam és az erózió becslési értéke kontinensenként (WALLING D.E. és WEBB B.W. adatai alapján)

Terület	Terület nagysága (x 10 <sup>6</sup> ha)	Hordalékhozam (x 10 <sup>6</sup> t/év)	Erózió mértéke 10%- os hordalék hozamarányával számolva (x 10 <sup>6</sup> t/év)	Évi átlagos erózió (t/ha/év)
Afrika	3,01	3891,3	38,9	12,9
Ázsia	4,46	7401,3	74,0	16,6
Dél-Amerika	1,78	3942,6	39,4	22,1
Észak-Amerika	2,28	2808,6	28,1	12,3
Európa	0,98	1312,7	13,1	13,4
Óceánia	0,80	763,8	7,6	9,5
Összes	13,26	20.120,3	201,1	15,2

Vannak olyan területek is, ahol szintén nagy az erózió veszélye, de alkalmasint e térségek nem kerülnek ábrázolásra valamely erózióvesztést bemutató térképen. Olyan felszínformákról és a hozzájuk kapcsolódó talajtípusokról van szó, amelyek valamely korábbi földtörténeti korból reliktumként maradtak vissza. Dél-Afrika számos területén rétegtani vizsgálatok bizonyítják, hogy voltak a táj fejlődése szempontjából viszonylag stabil periódusok, amelyeket a humuszos rétegek rétegsorai jelölnek, illetve instabil periódusok is, kolluviális üledékekkel. Ez utóbbiak gyakran 5 m vastagságot is elérnek. Szváziföld és Zimbabwe számos részén jelent súlyos problémát az említett kolluviális üledékekkel borított területek árkos eróziója. Ezek az üledékek főleg finomszemcsés homokból és kőzetlisztből állnak, amelyek természetüknél fogva rendkívüli mértékben érzékenyek az erózióra (SHAKESBY R. A. – WHITLOW R. 1991). Az eróziós árkok képződése azokon a területeken is gyakori, ahol a gránit kőzeteket erősen mállott regolit vagy szapolit takarja. Ezek az erősen mállott fedő kőzetek valószínűleg egy korábbi földtörténeti kor sokkal nedvesebb trópusi éghajlatán képződtek, amikor a talajt dús vegetáció borította. A növényzet kiirtása a lefolyás és az erózió növekedésével járt. A felső fedőrétegek eltűnésével oly mértékben lecsökken az erózióval szembeni ellenállás, hogy a terület nagyon gyorsan az erózió által mélyen felszabdalttá válik. Ez nemcsak Dél-Afrikában tapasztalható, hanem a nyugat-afrikai szavannák peremterületein, valamint Brazíliában és Kína déli részein is.

Ha egy viszonylag kis területi egységen belül nem található nagy eltérés a csapadék természetét - mennyiségét és intenzitását - illetően, úgy az erózió térbeli eltéréseit a talaj, a lejtőviszonyok és a földhasználatban tapasztalható eltérések fogják meghatározni. BOARDMAN

J. 1982 és 1987 között az angliai South Downs megye Brighton és Lewes közötti részén végzett vizsgálatait alapján megállapította, hogy az erózió a vizsgált területen leginkább a nagyobb kiszáradt völgyek oldalán fordul elő, ahol a szintkülönbség nagyobb volt 100 méternél és a területet őszi vetésű búza borította. A domboldalokról erodálódott anyagnak nem a teljes mennyisége a folyókba kerül. Egy része a hegylábi-lejtőkön vagy a síkságokon rakódik le, rövidebb-hosszabb időre. Sokszor már az első vihar elmosza őket. Más esetekben, főleg a kolluviális és alluviális üledékek esetében, akár évmilliókig is egy helyben maradhatnak. Nagyobb vízgyűjtőterületeken általában nagyobb mennyiségben fordulnak elő ezek az üledékgyűjtők, magyarázattal szolgálva arra, hogy az egységnyi területre kifejezett erózió mértéke miért nagyobb a kisebb vízgyűjtők területén. A hordaléknak azt a hányadát, amely a földfelszínről lepusztulva a folyókba jut, hordalékhozam-aránynak nevezzük. A kutatások azt mutatják, hogy ez az érték 3–90% között alakul. A kisebb értékekkel a nagyobb vízgyűjtő medencék és kisebb átlagos lejtés esetén találkozunk.

#### A talajerózió és a földhasználat

A talajpusztulás és a földhasználat összefüggése, különös tekintettel a földhasználat változására igen szerteágazó tudományos és gyakorlati kérdés (pl. POTYONDI Á. et al. 2007, DEMÉNY K. – CENTERI Cs. 2008, DEMÉNY K. et al. 2008, CENTERI Cs. et al. 2009). SPETH J. G. et al. (1994) adatai szerint a Föld mezőgazdasági területének egyharmada szántó, maradék kétharmad pedig rét és legelő. A szőlő, gyümölcs stb. területek kiterjedése ezek szerint elhanyagolható. PIMENTEL D. et al. (1995) szerint a mezőgazdasági hasznosítású terület 80 %-a közepesen, illetve erősen, 10 %-a pedig enyhén erodált.

Főbb földhasználati típusonként tekintve a Föld legelő területeinek több mint a felén jellemző a túlleltetés és így azokon különböző mértékű erózióval kell számolnunk. CENTERI Cs. et al. (2007) hazai körülmények között vizsgálják a legelők és a talajtulajdonságok összefüggéseit. Magától értetődően a szántóterületeken a legnagyobb az erózióvesztés és a tényleges erózió is, mivel itt a gyakori talajművelés, illetve az aratás utáni növényzetmentes, fedetlen területek nagyban elősegítik a talajpusztulást.

Ha a használt földterületet tekintjük (mezőgazdasági terület, állandó legelő, erdő, l. 6-7. táblázat), akkor a degradált terület aránya 23%, az erősen degradált pedig 14%. Kiemelkedő a degradált terület aránya Közép-Amerikában, Afrikában, Ázsiában és Európában.

6–7. táblázat A talajdegradáció mértéke kontinensenként és földhasznosítás szerint (FAO (1990), OLDEMAN L.R. et al. (1991) és SCHERR S.J. (1999) nyomán)

Terület	Mezőgazdasági terület			Állandó legelő			Erdő		
	Összesen	Degradált	%%	Összesen	Degradált	%%	Összesen	Degradált	%%
	(millió hektár)			(millió hektár)			(millió hektár)		
Afrika	187	121	65	793	243	31	683	130	19
Ázsia	536	206	38	978	197	20	1273	344	27
Dél-Amerika	142	64	45	478	68	14	896	112	13
Közép-Amerika	38	28	74	94	10	11	66	25	38
Észak-Amerika	236	63	26	274	29	11	621	4	1
Európa	287	72	25	156	54	35	353	92	26
Óceánia	49	8	16	439	4	19	156	12	8
Világ	1475	562	38	3212	685	21	4048	719	18

Terület	Összesen		%%	Erősen degradált	%%
	Összes mezőgazdasági, legelő és erdőterület	Degradált			
	(millió hektár)			(millió hektár)	
Afrika	1663	494	330	321	119
Ázsia	2787	747	227	453	116
Dél-Amerika	1516	244	116	139	99
Közép-Amerika	198	63	332	61	331
Észak-Amerika	1131	96	99	79	77
Európa	796	218	227	158	220
Óceánia	644	104	117	6	11
Világ	8735	1966	223	1216	114

Végül a különböző földhasználati kategóriákat tekintve azt látjuk a 6. táblázatból, hogy a mezőgazdasági terület 38%-a degradált. Ebben a vonatkozásban Közép-Amerika (74%) és Afrika (65%) a legveszélyeztetettebb. A világ legelőinek 21%-a degradált. Itt Európa és Afrika állnak az első helyen. A Föld erdőterületének 18%-át érinti a degradáció; Közép-Amerika, Ázsia és Európa kiemelkedő értékeivel.

A fenti elemzésből kiemelendő Európa veszélyeztetettsége, a harmadik világban pedig Közép-Amerika, illetve Afrika kritikus helyzete. Még egyszer aláhúzzuk azt is, hogy a mezőgazdasági hasznosítású terület csaknem 40%-a degradált. Különösen elgondolkodtató az a körülmény, hogy a mezőgazdasági terület növelése is már csak a rossz adottságú, degradált, vagy degradációra hajlamos térségeken képzelhető el, illetve erdőirtás révén nyerhetünk újabb területeket.

## A talajerózió mértéke a kontinenseken

A Földön 1,094 milliárd hektárt érint a vízerózió, ebből 751 millió hektárt érint súlyosan. A szélérozió 549 millió hektáron pusztít, ebből 296 millió hektáron okoz komolyabb gondokat. A Föld erózió szempontjából legérzékenyebb területei: a Himalája Tibethez tartozó része, a Kínai-lősfennsík, a szub-szaharai Afrika szub-humid és szemi-arid területei, Közép-Amerika fennsíkjai, az Andok, Haiti és a Karibi-szigetvilág (SCHERR S. J. – YADAV S. 1996).

A legnagyobb mértékű erózióval Ázsiában, Afrikában és Dél-Amerikában találkozunk, ahol az erózió mértéke hektáronként 30–40 tonnát is elér évente. A legalacsonyabb értékek az USA-ban és Európában vannak, évi 17 tonna körüli átlaggal. Természetesen ezek az „alacsony” értékek is messze túlszárnyalják a talajképződés mértékét. TROEH F. R. és THOMSON L. M. (1993) szerint egy év alatt átlagosan 1 tonna talaj képződik egy hektáron. Természetes állapotú, bolygatatlan erdőkben pedig mindössze 0,004–0,005 tonna a hektáronkénti talajképződés üteme.

A hordalék hozamról készített globális térképeket kontinensenként WALLING D. E. és WEBB B. W. (1983), valamint LVOVICH M. I. et al. (1991). Ha ezeket az adatokat használjuk fel a tényleges talajerózió becslésére, akkor szükség van a hordalékhozam-arányszám ismeretére is. Az utóbbi a definíció szerint a szárazföldről lepusztult üledékmenyiségnek azon része, amely ténylegesen eléri a folyókat, a nagyobb vízelvezető-rendszereket (WALLING D. E. 1983). A 8. táblázat azt mutatja, hogy 13–20 %-os arányszám esetén mekkora az erózió összmennyisége kontinensenként lebontva.

6. táblázat A lebegtetett hordalék mennyiségének és az erózió mértékének becslési értéke (WALLING D. E. és WEBB B. W. (1983) alapján)

Terület	Terület nagysága (x 10 <sup>9</sup> ha)	Lebegtetett hordalék mennyisége (x 10 <sup>6</sup> t)	Erózió mértéke 13–20 %-os hordalék hozam arányával számolva (x 10 <sup>9</sup> t/év)	Évi átlagos erózió (t/ha/év)
Afrika	3,01	2342,1	23,4	7,8
Ázsia	4,46	22.088,3	220,9	49,5
Dél-Amerika	1,78	5599,7	56,0	31,5
Észak-Amerika	2,28	4534,2	45,3	19,9
Európa	0,98	3288,2	32,9	33,6
Óceánia	0,80	1525,5	15,3	19,1
Összes	13,26	39.378,0	393,8	26,7

A 8. táblázat adataihoz az alapot a WALLING D. E. és WEBB B. W. által a lebegtetett hordalék mennyiségéről készített világtérkép adta. A 8. táblázat – amely a lebegtetett



hordalék éves globális mennyiségét 20 milliárd tonnára, a globális erózió átlagát pedig 7–10 t/ha/évre becsli – sokkal realisabb képet ad az erózió mértékéről, mint az itt nem közölt LVOVICH M.I. et al. -féle számítások. PIMENTEL D. et al. (1995) adataihoz képest a 197–303 milliárd t/év globális eróziós ráta 2,6–4-szer nagyobb értéket jelent. Látjuk tehát, hogy az erózió és a hordalékhozam globális adatainak becslése igen nagy szórást mutat.

### Irodalomjegyzék

- BARBIER B. (1998): Induced innovation and land degradation: results from a bioeconomic model of a village in West Africa. *Agricultural Economics* 19, pp. 15–25.
- BENNETT H. H. (1933): General Meeting of the Ohio Academy of Science, April 14, 1933.
- BOARDMAN J. (1990): Soil erosion on the South Downs: a review. In: BOARDMAN J. – FOSTER I.D.L. – DEARING J.A. (eds.): *Soil erosion on agricultural land*. Wiley, Chichester, pp. 87–105.
- BOSERUP E. (1981): *Population and Technological Change: A Study of Long term Change*, University of Chicago Press, Chicago.
- BRIDGES E. M. – OLDEMAN L.R. (2001): Food production and environmental degradation. In: BRIDGES E. M. – HANNAM I.D. – OLDEMAN L.R. – PENNING DE VRIES F.W.T. – SCHERR S.J. – SOMBATPANIT S. (eds.): *Response to land degradation*. Science Publishers, Enfield, NH, pp. 36–43.
- CENTERI CS. – MALATINSZKY Á. – VONA M. – BODNÁR Á. – PENKSZA K. (2007): State and sustainability of grasslands and their soils established in the Atlantic-Montane zone of Hungary. *Cereal Research Communications* 35 (2 PART I), pp. 309–313.
- CENTERI CS. – HERCZEG E. – VONA M. – BALÁZS K. – PENKSZA K. (2009): The effects of land-use change on plant-soil-erosion relations, Nyereg Hill, Hungary. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172(4), pp. 586–592.
- CROSSON P. (1995): Soil erosion estimates and costs. *Science* 269, pp. 461.
- DEDKOV A. P. – MOZZHERIN V.I. (1996): Erosion and sediment yield on the Earth. *International Association of Scientific Hydrology Publication* 236, pp. 29–33.
- DEMÉNY K. – CENTERI CS. (2008): Habitat loss, soil and vegetation degradation by land use change in the Gödöllő Hillside, Hungary. *Cereal Research Communications, Supplement* 36, pp. 1739–1742.

- DEMÉNY K. – JAKAB G. – CENTERI CS. (2008): The role of land use change on water erosion in the Gödöllő Hillside. *Proceedings of the 15th International Congress of ISCO, Soil and Water Conservation, "Climate Change and Environmental Sensitivity"* on CD, pp. 1–4.
- EEA ENVIRONMENTAL ASSESSMENT REPORT. (2003): *Europe's Environment: the third assessment*. European Environmental Agency (EEA), Copenhagen. 344 p.
- ENVIRONMENT AGENCY (2002): *Agriculture and natural resources: benefits, costs and potential solutions*. Environmental Agency, Bristol.
- FAO (1990): *FAO Production Yearbook*. Rome, FAO.
- FULLEN M. A. (ed.) (2005): *FinalReport – Borassus: The environmental and socio-economic contribution of palm geotextiles to sustainable development and soil conservation*, 287 p.  
<http://cordis.europa.eu>
- GORSE J. – STEEDS T. (1987): *Desertification in the Sahelian Zones of West Africa*, Technical Paper no. 61, The World Bank, Washington, DC.
- KATES R. – HAARMANN V. (1992): Where the poor live: are the assumptions correct? *Environment* 34, pp. 4–28.
- LAL R. (1990): *Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics*. Prepared for Soil Management Support Services, U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service, and U.S. Agency for International Development, SMSS Technical Monograph 21. Columbus, Ohio, U.S.A.: Ohio State University, Department of Agronomy.
- LANG S. S. (2006): 'Slow, insidious' soil erosion threatens human health and welfare as well as the environment, Cornell study asserts.  
<http://www.news.cornell.edu/stories/march06/soil.erosion.threat.ssl.html>
- LELE U. – STONE S. W. (1989): *Population Pressure, the Environment and Agricultural Intensification: Variations on the Boserup Hypothesis*, MADIA Discussion Paper No. 4, The World Bank, Washington, DC.
- LVOVICH M. I. – KARASIK G. Y. – BRATSEVA N. L. – MEDVEDEVA G. P. – MALESHKO A. V. (1991): Contemporary intensity of the world land intercontinental erosion. Moscow, USSR Academy of Sciences.
- LOMBORG B. (2001): *The skeptical environmentalist. Measuring the real state of the world*. Cambridge University Press, Cambridge.

MAGRATH W. – ARENS P. (1989) The Cost of Soil Erosion in Java: A Natural Resource Accounting Approach, World Bank Environment Department Working Paper No. 18. The World Bank, Washington, DC.

MORGAN R. P. C. (2005): Soil Erosion & Conservation, 3rd edition. Blackwell Publishing, Oxford, 304 p.

OLDEMAN L. R. (1994): The global extent of soil degradation. In: GREENLAND D.J. – SZABOLCS I. (eds.): Soil resilience and sustainable land use. Wallingford, CAB International. pp. 99–118.

OLDEMAN L. R. – HAKKELING R. T. A. – SOMBROEK W. G. (1991): World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. Wageningen, The Netherlands and Nairobi, Kenya: International Soil Reference and Information Centre and United Nations Environment Programme.

PIMENTEL D. (1993): World Soil Erosion and Conservation, Cambridge University Press, Cambridge.

PIMENTEL D. et al. (1995): Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. Science, New Series 267 (5201), pp. 1117–1123.

PODMANICKY L. – BALÁZS K. – BELÉNYESI M. – CENTERI CS. – KRISTÓF D. – KOHLHEB N. (2011): Modelling Soil Quality Changes in Europe. An Impact Assessment of Land Use Change on Soil Quality in Europe. Ecological Indicators 11, pp. 4–15.

POTTYONDY Á. – CENTERI CS. – BODNÁR Á. – BALOGH Á. – PENKSZA K. (2007): Comparison of erosion, soil and vegetation relation of extensive Pannonian meadows under Mediterranean and Sub-Mediterranean effects. Cereal Research Communications 35 (2 PART II), pp. 949–952.

ROBINSON D. A. – BLACKMAN J. D. (1990): Some costs and consequences of soil erosion and flooding around Brighton and Hove, autumn 1987. In: BOARDMAN J. – FOSTER I.D.L. – DEARING J. A. (eds.): Soil erosion on agricultural land. Wiley, Chichester, pp. 369–82.

ROOSE E. J. (1971): Influence des modifications du milieu naturel sur l'érosion: le bilan hydrique et chimique suite à la mise en culture sous climat tropical. ORSTOM, Adiopodoumé, Ivory Coast.

ROZANOV B. G. – TARGULIAN V. – ORLOV D. S. (1993): Soils. In: TURNER II B. L. – CLARK W. C. – KATES R. W. – RICHARDS J. F. – MATHEWS J. T. – MEYER W. B. (eds.): The earth as transformed by human action: global and regional changes in the biosphere over the past 300 years. Cambridge, Cambridge Univ Press. pp. 203–14.

SCHERR S. J. (1999): Soil Degradation – A Threat to Developing Country Food Security by 2020? Washington, International Food Policy Research Institute.

SCHERR S. J. – YADAV S. (1996): Land degradation in the developing world: implications for food, agriculture and the environment to 2020. IFPRI, Food, Agric. and the Environment Discussion Paper 14, Washington, DC, 36 p.

SHAKESBY R. A. – WHITLOW R. (1991): Perspectives on prehistoric and recent gullying in central Zimbabwe. GeoJournal 23, pp. 49–58.

SOUTHGATE D. – SANDERS J. – EHUI S. (1990): Resource degradation in Africa and Latin America: population pressure, policies, and property arrangements. American Journal of Agricultural Economics 72 (3), pp. 1259–1263.

SMITH J. G. (1994): Towards an Effective and Operational International Convention on Desertification (International Negotiating Committee, International Convention on Desertification, United Nations, New York).

EL-SWAIFY S. A. (1994): State of the art for assessing soil and water conservation needs and technologies. In: NAPIER T.L. – CAMBONI S.M. – EL-SWAIFY S.A. (eds.): Adopting conservation on the farm. An international perspective on the socioeconomics of soil and water conservation. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA, pp. 13–27.

TEGEMEIER E. – DUFFY M. (2004): External Costs of Agricultural Production in the United States. International Journal of Agricultural Sustainability 2 (1).

TROEH F. R. – THOMPSON L. M. (1993): Soils and Soil Fertility. Oxford Univ. Press, New York, ed. 5.

UNEP (1986): Sands of change: why land becomes desert and what can be done about it. UNEP Brief #2, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya; 1986. 8 pp.

URI N. D. – LEWIS J. A. (1998): The dynamics of soil erosion in US agriculture. Science of the Total Environment 218, pp. 45–58.

VERSTRAETEN G. – POESEN J. (1999): The nature of small scale flooding, muddy floods and retention pond sedimentation in central Belgium, Geomorphology 29, pp. 275–92.

WALLING D. E. (1983): The sediment delivery problem. J Hydrol 65, pp. 209–37.

WALLING D. E. – KLEO A. H. A. (1979): Sediment yield of rivers in areas of low precipitation: global view. International Association of Scientific Hydrology Publication 128, pp. 479–93.

WALLING D. E. – WEBB B. W. (1983): Patterns of sediment yield. In: Gregory KJ, editor. Background to paleohydrology. Chichester, Wiley, pp. 69–100.

www.nationmaster.com

www.worldhunger.org